TORRES MÓVEIS PARA LIMPEZA A SER UTILIZADA EM LAVADORES INDUSTRIAIS DE VEÍCULOS FORA DE ESTRADA EM MINERAÇÕES.

Autores: Pedro Rogério Serra, Diretor da Ônoma Engenharia Ltda. e-mail: diretoria@onomaenge.com.br

Rodrigo Jeber de Lima, Diretor técnico da Módulo Engenharia Ltda.

Igor Abrão Torres, Diretor Técnico da DT Engenharia e Automação Ltda.

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma nova tecnologia, ainda não colocada em pratica, para limpeza de caminhões e outros equipamentos rodantes fora de estrada, usados em mineração à céu aberto. Esta tecnologia vista otimizar os atuais processos de limpeza, diminuindo os tempos de operação, melhorando a qualidade desses serviços e trazendo ganhos em termos de medicina e segurança no trabalho para os operadores destes lavadores industriais. O conceito, que é novo e está em processo de patenteamento, baseia-se em quatro torres móveis automatizadas, auto propelidas e auto abastecidas das utilidades necessárias para o processo de limpeza de lama misturada com óleos e graxas dos equipamentos fora de estrada.

Palavras-chave: Limpeza de caminhão fora de estrada, lavadores de maquinas, Torres móveis de limpeza, automação.

ABSTRACT

This paper presents a new technology, not yet put into practice cleaning trucks and other rolling equipment off-road use in the open pit mining. This technology view to optimize the current cleaning processes, reducing operating times, improving the quality of services and bringing gains in terms of medical and safety for operators of industrial launderers. The concept, which is new and is in the patenting process is based on four towers mobile automated, self-propelled and self supplied utilities required for the cleaning slurry mixed with oils and greases off-road equipment.

Keywords: Clean truck off-road; machines washers; cleaning mobile towers; automation.

INTRODUÇÃO

A mineração é um dos segmentos industriais mais importantes da economia brasileira. Hoje representa 89,9% do total das nossas exportações da indústria extrativa, tendo o grupo VALE como a empresa mais expressiva do setor. A VALE é a segunda empresa brasileira em termos de valor de mercado, sendo ultrapassada somente pela PETROBRAS. Ela é a segunda empresa do mundo no segmento da mineração. Quase 99% de todo o produto minerado pela VALE é transportado dentro das minas, através de veículos fora de estrada, mais especificamente por caminhões fora de estrada de diversas capacidades, variando de 40 a 400 toneladas. Alem destes caminhões de proporções agigantadas, são utilizados outros veículos rodantes, não menos notáveis em termos de tamanho e capacidade, tais como tratores de esteiras, de pneus, motoniveladoras e retroescavadeiras.

Os fabricantes mundiais de equipamentos fora de estrada impõem prazos, em termos de horas de uso, para se executarem manutenções preventivas, que a exemplo da aviação comercial e militar, seguem rigorosamente os manuais. Como as tarefas executadas por estes equipamentos são demasiadamente desgastantes, em condições limites de uso, muitas vezes eles necessitam também de reparos corretivos, muito antes do preventivo. Para efetuar estas tarefas de manutenção, entra em ação as Oficinas de Manutenção, ou Reparo. Para que estes gigantescos veículos, do transporte mineral, sejam consertados é fundamental que os mesmos sejam lavados e limpos. Aí começam alguns sérios problemas da área de manutenção das empresas de mineração.

METODOLOGIA

Os conceitos expostos nesse trabalho são frutos da nossa experiência acumulada como empresa consultora de engenharia, em mais de uma dezena de projetos de lavadores de veículos fora de estrada, que elaboramos para os nossos clientes que possuem minerações. Foram projetos de melhorias, relatórios técnicos de desempenho, auditorias a projetos de terceiros, projetos novos e reformas.

Dentre eles podemos destacar os seguintes: Lavador da Oficina Centralizada de Carajás da VALE, Lavador da Oficina de N5 em Serra dos Carajás da VALE, Lavador da Oficina Centralizada de Onça Puma da VALE, Lavador da Oficina do Posto de Apoio Avançado de Onça Puma, Lavador da Oficina Centralizada da Mina do Sossego da VALE, Lavador da Mina do Cauê da VALE, Lavador da Mina de Mariana da VALE, Lavador da Oficina Centralizada do Níquel do Vermelho, Lavador da Oficina Centralizada do Projeto 118 da VALE, Lavador da Oficina Centralizada da Rio Paracatu Minerações – RPM, , Lavador Do Posto de Apoio Avançado da Rio Paracatu Minerações – RPM, Lavador da oficina centralizada do S11D da VALE, Lavador da Oficina Centralizada de Urucum da VALE

Refere-se o novo equipamento, ainda em estagio de projeto básico e com o pedido de Patente Industrial em andamento, a um conjunto de quatro Torres móveis para limpeza, a serem utilizadas em lavadores industriais de veículos fora de estrada. Cada Torre móvel é autopropelida e autoguiada, transportando, ela própria, seis sistemas de utilidades distintos, que são utilizados para a execução da limpeza dos veículos, quais sejam; energia elétrica, cabo de dados, ar comprimido, água, desengraxante e xampu.

Relegada a um plano secundário dentro da área de manutenção, a lavagem dos veículos fora de estrada, até dez anos atrás era pouco considerada como tarefa essencial ou importante dentro do processo final das empresas de mineração. Os Lavadores manuais atuais são de difícil operação e manutenção, e é calcada principalmente na mão de obra humana, geralmente de baixíssima qualificação. Há alto consumo de água potável, que dificilmente é reaproveitada, uso exagerado ou mesmo inadequado de desengraxantes,

pouco ou nenhum reaproveitamento do óleo desprendido no processo de limpeza. Os efluentes destes lavadores não tem qualidade mínima para serem descartados no meio ambiente, o que provoca sérios entraves ao processo minerador como um todo, à medida que a legislação ambiental vem se tornando cada vez mais exigente.

Hoje a postura é completamente diferente, havendo uma demanda maior por processo mais automatizados, até mesmo robotizado, procurando tirar o operador destes lavadores da linha de frente do processo de limpeza. Problemas ambientais forçam a adoção de processos mais confiáveis de reaproveitamento da água industrial e separação do óleo da água. Problemas de segurança e saúde ocupacional, que expõem o operador a neblina de água e desengraxantes alcalinos, que podem provocar queimaduras e até mesmo cegueira permanente, forçam as empresas de mineração a investir em melhoria da qualidade do processo, com consequente melhoria dos equipamentos utilizados.

Somente na Serra de Carajás, onde a VALE produz anualmente 110 milhões de toneladas de minério de ferro, são utilizados aproximadamente 150 caminhões fora de estrada, além dos demais veículos de apoio.

DESCRIÇÃO SUCINTA DO PROCESSO DE LIMPEZA DE VEÍCULOS FORA DE ESTRADA

Os veículos fora de estrada, que trabalham nas minerações, precisam ser limpos de toda a sujidade, representada por água, pó de minério, solos em geral, óleos e graxas, transformados em lama aderida aos mesmos pela própria atividade. A etapa de limpeza antecede o momento deles serem encaminhados para as revisões mecânicas programadas e corretivas, nas oficinas de manutenção.

Para a operação de lavagem destes veículos rodantes, são utilizados os seguintes insumos, durante as três seguintes etapas: a 1ª Etapa, limpeza com água pressurizada a uma pressão media de 5,00 a 10,00 kg/cm2, em volumes compatíveis com o tamanho do veiculo e nível de sujidade em que ele se encontra. Esta primeira lavada é para remover o nível de sujidade mais grosseira, que é o barro propriamente dito; a 2ª Etapa, aspergimento com lançamento de desengraxante liquido, diluído em proporções adequadas em água, geralmente 1:10 ou 1:5 (dependendo da especificação do fabricante do respectivo produto químico), para remoção de óleos e graxas que se juntam ao pó de minério. Deixa-se atuar por um tempo predeterminado, para que o desengraxante possa penetrar mais profundamente na sujidade, e logo depois proceder a mais uma passada com lançamento de água pressurizada; a 3ª Etapa, lançamento de xampu diluído em proporções adequadas em água, geralmente 1:5 a 1:10, para remover sujidades mais leves da limpeza final, que também é aspergido por um sistema de bombeamento exclusivo. Após esta 3ª e ultima etapa, efetua-se mais uma passada com água pressurizada para completar o processo de lavagem do equipamento e liberação do mesmo para a sua desmontagem, na respectiva baia de manutenção, na Oficina de Veículos.

BREVE DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

Os lavadores de veículos fora de estrada atuais, utilizados nas áreas de mineração, em sua quase totalidade são manuais, sendo necessária a presença de até três operadores para efetuar a lavagem destes veículos. Estes lavadores são de dimensões bem superiores aos dos utilizados para veículos rodoviários pesados, pois acomodam equipamentos chamados “fora de estrada”, por terem dimensões extraordinariamente fora dos padrões das estradas de rodagem. Estes lavadores consistem basicamente de um piso industrial em concreto armado, com duas plataformas metálicas elevadas, uma para atender cada lado do veiculo, fixas, onde são dispostos canhões hidráulicos que lançam água pressurizada.

Geralmente estas plataformas possuem dois níveis de trabalho, um na elevação a 1,00 metro acima do piso do Lavador e a outra na elevação da altura do maior equipamento a ser lavado, geralmente com 6,00 a 8,00 metros acima do piso referido. Estas plataformas propiciam a execução do trabalho de limpeza pelos operadores. Do alto destas plataformas os operadores utilizam canhões de água pressurizada, articulados para girar em todas as direções, que lançam água à média pressão sobre os veículos.

Estes Lavadores e suas plataformas ficam em área descoberta, expostos às intempéries. Um sistema de água industrial, pressurizado a uma pressão media de 5,00 kg/cm2, garante o suprimento desta para desagregar as sujidades compostas de lama de minério misturado ao óleo e graxas. Para lançar o desengraxante e o xampu, o operador desce das plataformas e os lança manualmente, com auxilio de pistolas de ar comprimido, sobre as partes que contem óleos e graxas. Para lavar as partes internas, tais como motores e caixas de transmissão, o operador sobe nos veículos e pulveriza os produtos químicos com o auxilio de pistolas de ar comprimido.

Estes produtos químicos são armazenados em bombonas plásticas de 200 litros, próximos a estas operações de limpeza, e são manipulados manualmente pelo operador do Lavador e acondicionados em baldes menores para facilitar a aplicação dos mesmos. Portanto é grande a possibilidade de intoxicação por estes produtos, em todas as etapas de aplicação, recepção, diluição e pulverização.

Ver as figuras 01, 02, 03 e 04 que ilustram um lavador convencional.

Figura 01: Vista geral do lavador com detalhe para as duas plataformas elevadas.

Figura 02: Vista da plataforma elevada da direita e canal de sedimento ao lado.

Figura 03: Operador lançando desengraxante manualmente sobre a peça a ser lavada.

Figura 04: Operador lançando água manualmente sobre a peça (radiador).

TENDENCIA ATUAL PARA A OPERAÇÃO DE LIMPEZA DOS VEICULOS FORA DE ESTRADA

Com a preocupação voltada para a saúde e segurança dos seus empregados/colaboradores, as empresas de mineração de todo o mundo vem tentando melhorar as condições de trabalho deste tipo de operação. Adicionalmente a esta realidade, o cuidado com o meio ambiente, através do uso racional dos recursos naturais, tal como a água, representa importante ponto de inflexão entre as receitas e despesas da atividade mineradora. Não bastassem estes motivos reais e atuais, surge a necessidade de reduzir custos com tempo de parada de equipamentos fora de estrada e com mão de obra especializada, dado o alto grau de competição que a economia global propiciou.

Atualmente há uma tendência de se substituir os operadores por sistemas automatizados, utilizando-se robôs. Esta versão de Lavador pode comportar duas opções de lavagem: a manual e a automática. Os sistemas manuais e robotizados podem coexistir em um mesmo arranjo, para casos da necessidade de se ter sistemas redundantes, quando da falha do automatizado. O sistema robotizado utiliza dois robôs, um para cada um dos lados do lavador de maquinas. Os robôs ficam nos lugares das passarelas, anteriormente citadas. Eles fazem a leitura do equipamento em questão, já pré-programados em suas memórias, e lançam água com pressão de 5 a 10 kgf/cm2, sobre toda a superfície do veiculo fora de estrada. E lançam também os produtos quimicos

Estão sendo utilizados em algumas plantas de minerações os lavadores de rodas e chassis, que tem a sua função limitada a estas duas unidades dos veículos. Este equipamento é útil para a limpeza de caminhões rodoviários, quando saem das áreas de mineração e vão rodar nas rodovias publicas. Mas aplicado na limpeza completa de equipamentos fora de estrada, não oferece resultados significativos.

Atualmente no Brasil, pelo que sabemos, há um único sistema de lavagem de caminhões fora de estrada, com a utilização de robôs, que funciona na Serra dos Carajás, de propriedade da VALE, em estagio experimental. É um lavador que utiliza dois robôs, que foram projetados e instalados pela ABB do Brasil. Há um projeto dentro da VALE para estender o uso do robô para os Lavadores de outras minas. Desconhecemos o estagio atual deste projeto

APRESENTAÇÃO DOS PROBLEMAS DOS LAVADORES MANUAIS ATUAIS

O tempo médio de lavagem de um caminhão fora de estrada de 400 toneladas de capacidade de transporte, por exemplo, pode variar de 3 a 6 horas, dependendo do grau de sujidade que o mesmo se encontra. Mesmo no sistema robotizado este tempo ainda não diminuiu substancialmente, pois exige a intervenção humana em algumas situações onde não há como programar os robôs a custos financeiros compatíveis com esta atividade. Como este tempo de lavagem é muito grande, cria-se um gargalo no setor de programação das manutenções preventivas. Isto gera perdas de produtividade na manutenção e operação, que irão afetar o resultado final da operação da mina.

Sob o ponto de vista ambiental, segurança medicina e saúde ocupacional, os Lavadores manuais atuais não são modelos bem sucedidos, pois gastam muita água de forma ineficiente e expõem o operador do Lavador às intempéries e produtos químicos tóxicos. O desengraxante e o xampu são lançados localmente sobre os equipamentos, na maioria das vezes pelo próprio operador, com o uso de balde e pistolas pulverizadoras de ar comprimido. Este procedimento geralmente intoxica o operador, uma vez que o desengraxante, principal agente de limpeza destes lavadores, é um produto químico agressivo ao organismo humano, pois possuem forte alcalinidade. O operador que deveria utilizar máscara com filtro para respirar, na maioria das vezes não as utiliza.

ALGUNS "*CASES*" DE LAVADORES

Lavador de máquinas da Mina de Sossego em Canaã dos Carajás - Pará

Em 2010 a ONOMA ENGENHARIA foi contatada pela SOTREQ, representante CATERPILLAR, para formular uma solução para o Lavador de Maquinas da Mina de Sossego, de propriedade da VALE.

O Lavador não estava conseguindo dar vazão à demanda da Oficina de Manutenção. E a oficina é operada pela SOTREQ. Existem vários problemas de operação que dificultam a limpeza dos veículos fora de estrada, que vão desde a concepção inicial do projeto do Lavador, até problemas com equipamentos inadequados. A seguir relacionamos os problemas mais importantes encontrados:

- Lavador não passante. Para o caminhão fazer a sua manutenção, vindo da mina, ele não passava direto pelo Lavador, e ainda tinha que entrar ou sair de ré do mesmo, para chegar à Oficina de Manutenção. O erro é de implantação inicial destas unidades. A solução para este problema só se dará com relocação correta destas unidades;
- Uso de um lavador de chassis, abaixo do nível do piso do Lavador, com esguichos de água pressurizada. A declividade do piso do Lavador lança todo detrito para dentro de uma calha que, alem de comportar o sistema de tubulação do lavador de chassis, escoa o detrito solido para o canal de sedimento. O resultado é que este sedimento impede o funcionamento do mesmo. Alem disso a grelha metálica, que dava proteção ao mecanismo, não suportou o peso dos equipamentos e foi retirada;
- Falta de canhões hidráulicos em quantidade mínima necessária. O sistema de canhões hidráulicos deslizantes não funciona a contento. Para diminuir a quantidade de canhões hidráulicos nas plataformas de limpeza, optou-se por um tipo deslizante, que percorre todo o comprimento da plataforma. Como a vazão e pressão deste sistema é relativamente grande, a mangueira de água enrijece, quando pressurizada, a ponto de impossibilitar o deslizamento dos dois únicos canhões deste Lavador. É necessária a força de dois homens para fazer o mesmo correr sobre o trilho;
- Falta de canhões hidráulicos em nível 1,00 metro acima do piso do Lavador. Estes canhões mais baixos possibilitam a remoção da lama das rodas e partes baixas dos fora de estrada com maior eficiência;
- Falta de um sistema aspergidor de desengraxante e xampu automático ou semiautomático, de tal forma a tirar a presença do operador do Lavador desta atividade. Os desengraxantes alcalinos podem provocar queimaduras na pele, mucosas e olhos dos operadores;
- Falta de um sistema separador água/óleo, SAO, eficiente a ponto de não comprometer o funcionamento da Estação de Tratamento de Efluente Oleoso, ETEO;
- Falta de uma ETEO compacta e eficiente, uma vez que há somente um leito areia de filtragem, que não atende a vazão de lavagem;
- Canal de sedimento pouco eficiente, com pouquíssima capacidade de drenagem da água, não permitindo a remoção dos sedimentos sólidos, no volume necessário para atender à demanda;
- As bombas de água de lavagem com vazão de 50 m3 por hora e pressão de 150 metros de coluna de água, dificultam a manuseabilidade dos dois únicos canhões deste lavador. O consumo de água com estas bombas ligadas durante uma hora consomem 50.000 litros de água;
- Trecho de acesso que liga o Lavador à Oficina Centralizada não ser pavimentado com concreto armado ou intertravado de concreto.

A seguir fotos deste lavador.

Foto 05: Vista da plataforma do lado direito, ao fundo a oficina de manutenção.

Foto 06: Vista de cima da plataforma elevada, com operador manuseando o canhão hidraulico.

Foto 07: Operador direcionando o játo d'água do único canhão hidráulico da plataforma elevada da direita.

Foto 08: Limpeza do piso do lavador com o jato d'água do canhão hidráulico

Foto 09: Vista geral do lavador, as duas plataformas elevadas com a oficina de manutenção ao fundo.

Foto 10: Vista da calha central do piso do lavador, onde funcionava um lavador de chassi. Este sistema foi removido.

Lavador de máquinas da Mina N5 na Serra de Carajás – Pará

Em 2010, a convite da ABB, visitamos o Lavador da Mina de N5, de propriedade da VALE, para estudar a possibilidade de colocar duas células robotizadas, responsabilidade da ABB, e melhorar o sistema manual de limpeza e prover as utilidades para os robôs, água, ar comprimido e eletricidade

Este Lavador possue quase todas as utilidades necessárias para um bom desempenho. Conta com uma ETEO com capacidade suficiente para atender a demanda. A seguir relacionamos os problemas mais importantes encontrados:

- Altura da plataforma, onde ficam os canhões hidráulicos, insuficientes para atender caminhões fora de estrada de 400 toneladas;
- Quantidade insuficiente de canhões por nível de plataforma. Somente dois canhões, em cada uma das duas plataformas elevadas, atendem este Lavador;

- Falta das plataformas a 1,00 metro acima do nível do piso do Lavador, com canhões hidráulicos, para facilitar a limpeza de rodas e chassis;
- Falta de equipamento automático ou semi automático para aspergir desengraxante e xampu;
- Existência de muros laterais que impedem o acesso dos canhões hidráulicos nas partes baixas dos caminhões fora de estrada;
- Declividades do piso do Lavador, contrarias às necessidades de implantação das células robotizadas da ABB.

A seguir fotos deste Lavador.

Foto 11: Vista geral do lavador com a oficina de manutenção ao fundo.

Foto 12: Depósito de produtos químicos ao lado do lavador.

Foto 13: Vista da pista do lavador, plataforma elevada e declividades do piso.

Foto 14: Detalhe da plataforma elevada com dois canhões hidráulicos.

Foto 15: Vista da plataforma elevada, escada de acesso de dentro do lavador.

Foto 16: Vista de dentro da plataforma elevada, ao fundo canhão hidráulico.

Lavador de máquinas da Oficina Centralizada de Carajás – Pará

Em 2010, ainda a convite da ABB, visitamos o Lavador da Oficina Centralizada de Carajás, de propriedade da VALE, para observar o funcionamento da célula robotizada, instalada pela ABB. O projeto civil detalhado e das utilidades deste Lavador foram elaborados pela ONOMA ENGENHARIA, em 2008.

Este Lavador possui todas as utilidades necessárias para um ótimo desempenho. Conta com uma ETEO com capacidade suficiente para atender a demanda, um separador água/óleo e canal de sedimento. Falta apenas um sistema automático de aspergimento de desengraxante e xampu, para tirar o operador da linha de frente. Fomos informados pelo pessoal da operação deste Lavador, que o tempo de lavagem de um caminhão de 400 toneladas, que chegava a ser de 6 horas, passou a ser de 3 horas.

Em função da grande quantidade de caminhões fora de estrada e da atividade de limpeza ser um gargalo da manutenção, foi construído um Lavador com quatro boxes de lavagem. Em um desses boxes foi instalado a célula robotizada. Nesta mina, onde se produz 110 MTPA de minério de ferro, são utilizadas aproximadamente 150 caminhões fora de estrada

A seguir são apresentadas as fotos deste lavador.

Foto 17: Detalhe do robô da direita.

Foto 18: Canal de sedimento do lavador.

Foto 19: Robô lavando caminhão CAT 797 B basculado.

Foto 20: Caminhão CAT 797 B sendo lavado pelos dois robôs.

Foto 21: Vista geral do lavador. Detalhe dos trilhos embutidos no piso para máquinas de esteira.

Foto 22: Plataforma elevada do lavador e vista do piso do lavador.

Foto 23: Jato d’água de um robô lavando o piso.

Foto 24: Robôs lavando a pista do lavador, vista de cima da plataforma elevada da direita.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS TORRES MÓVEIS EM UM LAVADOR DE VEÍCULOS FORA DE ESTRADA

A figura 01 apresentada abaixo, mostra o desenho em planta de um lavador industrial típico, instalado com quatro Torres moveis de limpeza, numeradas de 1 a 4. Estas Torres móveis estão dispostas na posição de inicio para lavagem de um caminhão fora de estrada de 400 toneladas 5. As quatro Torres móveis são alimentadas, individualmente, por uma mangueira de água pressurizada 6, por uma mangueira de ar comprimido 7 e por uma mangueira contendo cabos de energia elétrica e dados 8 e por quatro enroladores de mangueiras, numerados de 9 a 12. O enrolador de mangueira 12 alimenta a Torre móvel 1, o enrolador de mangueira 9 alimenta a Torre móvel 2, o enrolador de mangueira 10 alimenta a Torre móvel 3 e o enrolador de mangueira 11 alimenta a Torre móvel 4. Esses por sua vez são alimentados pelos quatro enroladores de mangueiras auxiliares, 16, 13, 14 e 15, respectivamente.

Os sistemas de utilidades de água pressurizada e ar comprimido são compostos de dois anéis fechados de alimentação, instalados dentro de canaletas ao redor do Lavador, para proporcionar um melhor equilíbrio de pressão. Os enroladores de mangueiras, 12, 9, 10 e 11, podem se deslocar por sobre as guias duplas, numeradas como 20, 17, 18 e 19 respectivamente, para possibilitar o deslocamento lateral de cada uma destas quatro Torres moveis.

Estes enroladores de mangueiras 12, 9, 10 e 11, são travados nas posições desejadas para tender aos diferentes tamanhos e tipos de veículos rodantes. Ainda na figura 1, temos indicado o piso em concreto armado 21 do Lavador, por onde se efetuam todas as atividades necessárias ao processo de lavagem. O canal de sedimento 22 recolhe todo material solido e liquido do processo de lavagem, retendo o solido e lançando o liquido no separador água/óleo 23. O piso de concreto 21, o canal de sedimento 22 e o separador água/óleo 23, devem fazer parte de todo Lavador de equipamentos fora de estrada.

Depois do separador água/óleo 23, onde o óleo sobrenadante é separado para reciclagem, existe uma Estação de Tratamento de Efluente Industrial, que trata o efluente liquido do Lavador, não apresentada neste trabalho por não fazer parte do escopo do mesmo.

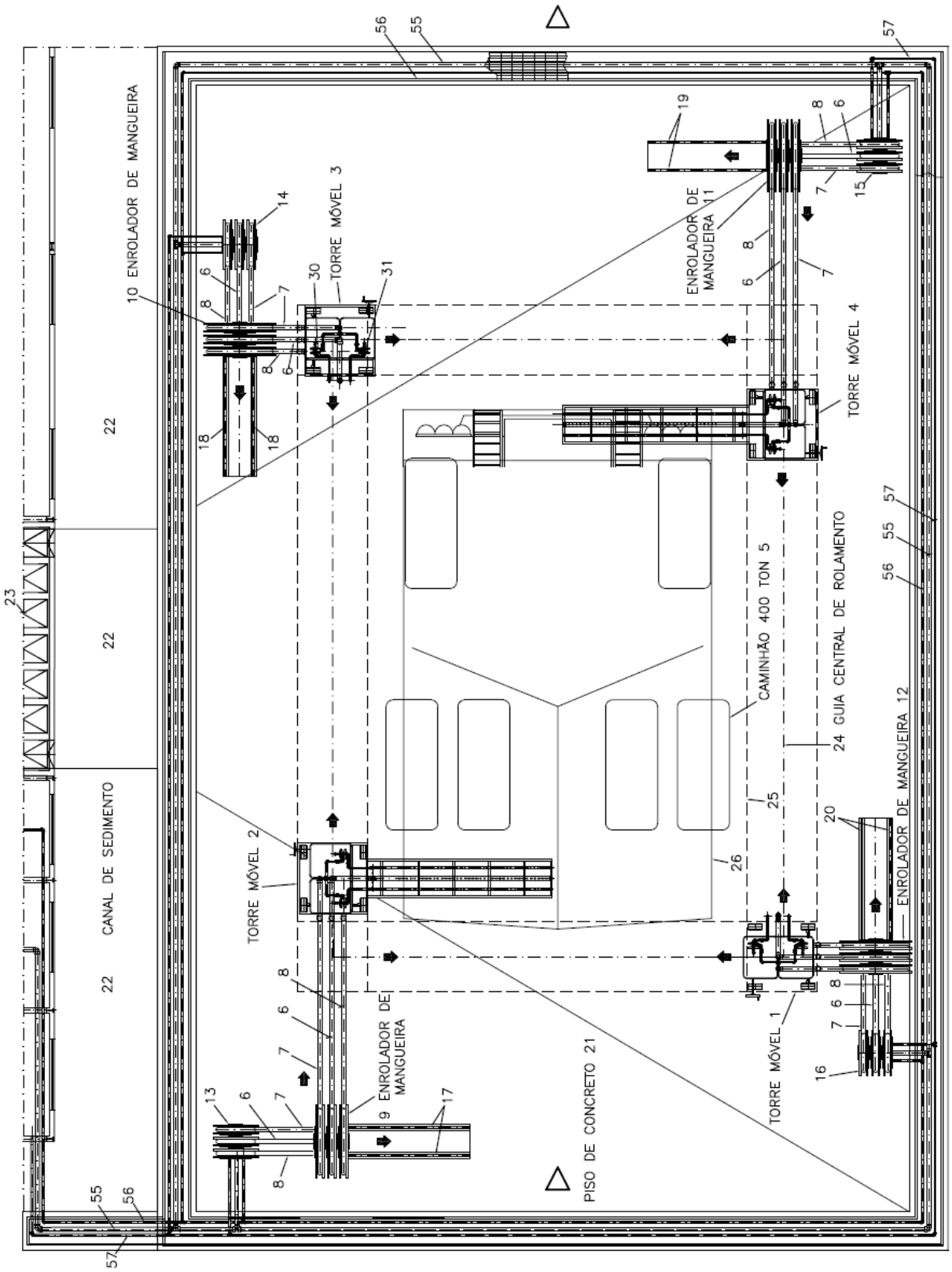

Figura 01: Planta de um Lavador industrial típico, instalado com quatro torres móveis de limpeza.

A figura 02 a seguir apresenta uma vista em perspectiva isométrica da figura 01 do Lavador e todos os seus componentes descritos ali.

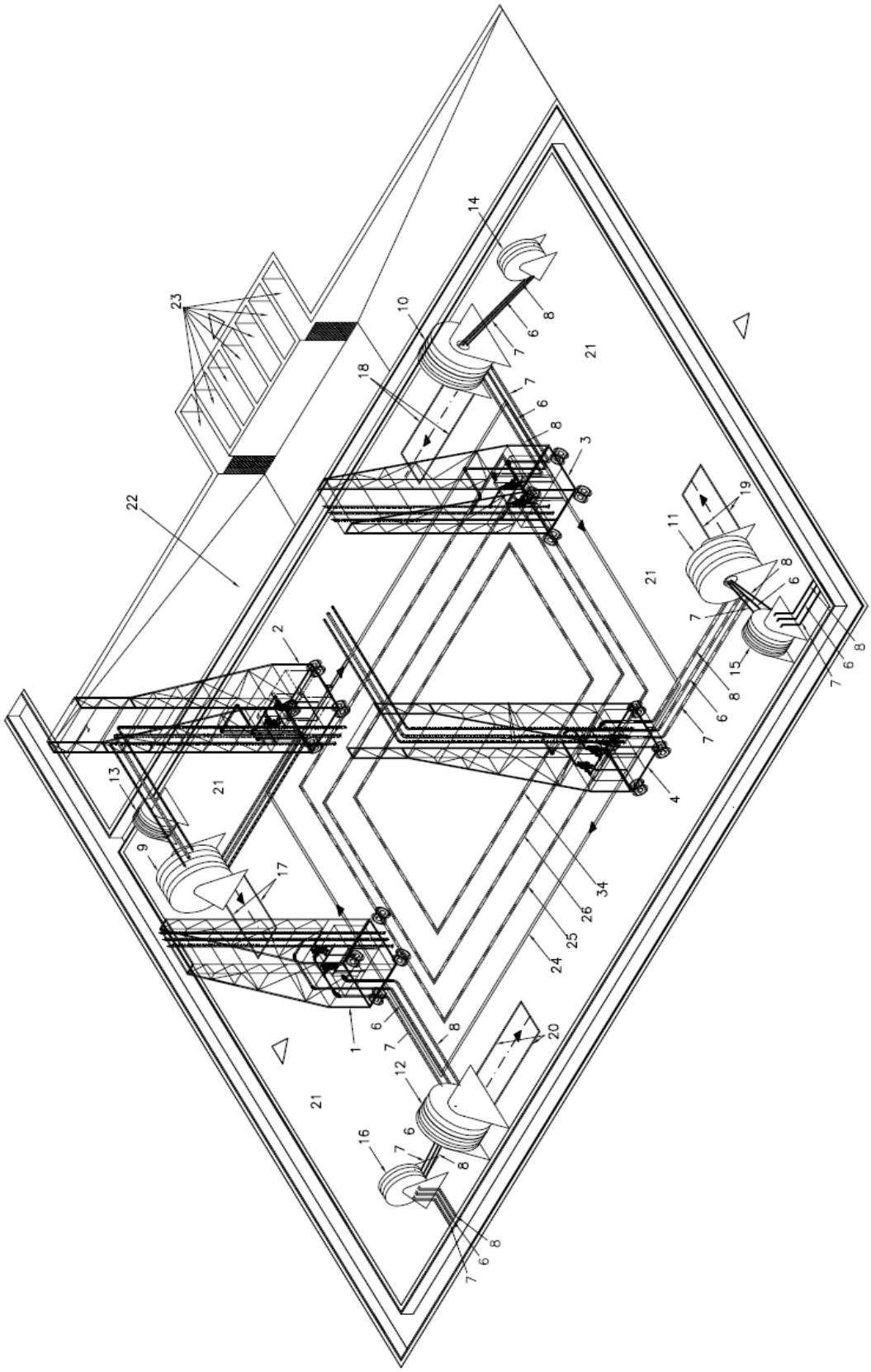

Figura 02: Perspectiva isométrica de um Lavador industrial típico, instalado com quatro torres móveis de limpeza.

A figura 03 a seguir apresenta uma vista frontal do lavador, onde se vê a Torre móvel 4 lateral e a Torre móvel 3, frontal anterior e o caminhão fora de estrada de 400 toneladas 5. A Torre móvel 4 possui um braço horizontal 27, que possibilita a sustentação das tubulações dos sistemas de água pressurizada 42, desengraxante 29 e xampu 28, para aspergi-los na parte superior dos equipamentos. Esta vista possibilita ver o enrolador de mangueira 10, que alimenta a torre móvel 3.

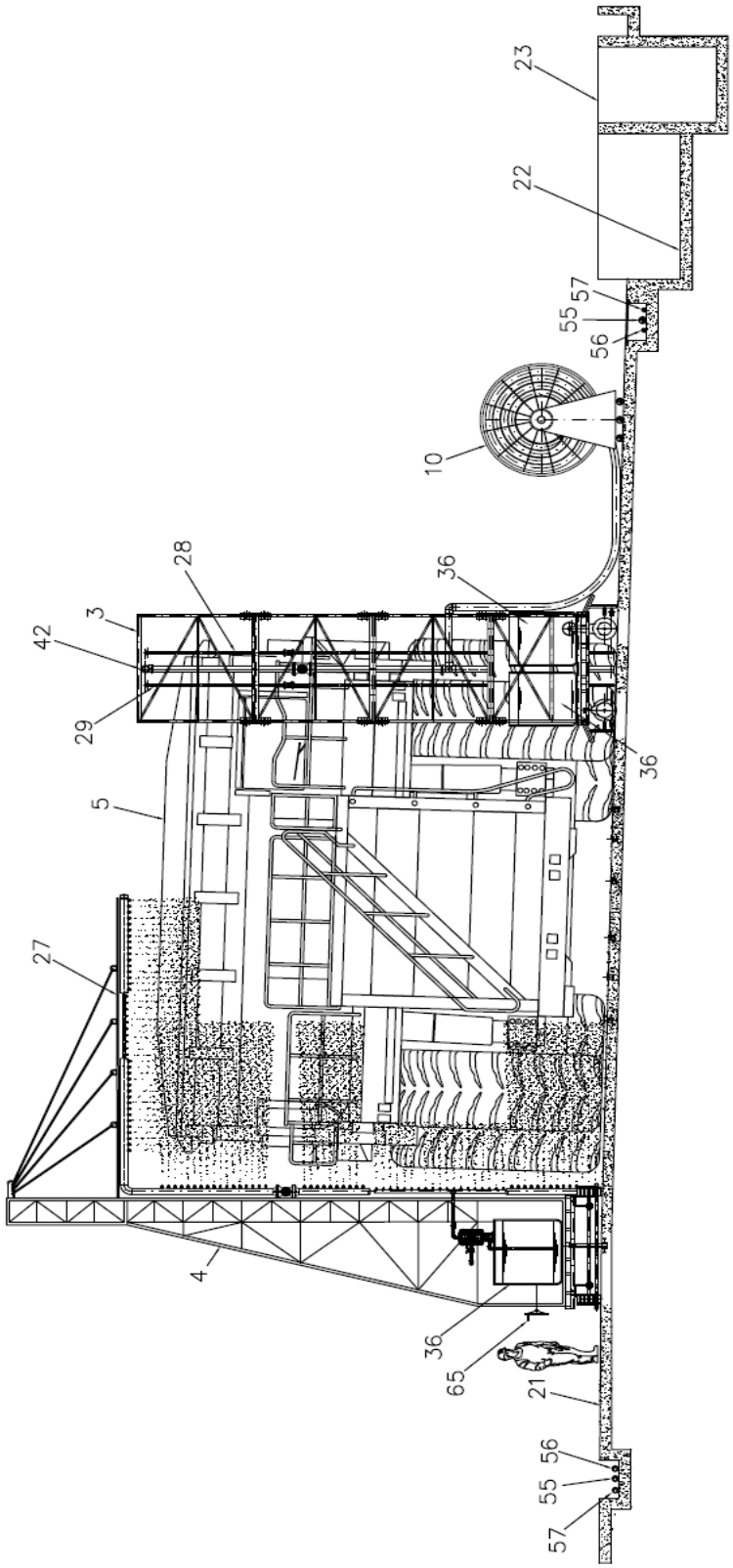

Figura 03: Vista frontal do lavador onde se vê a torre móvel

É possível ver na figura 03 as tubulações de alimentação de água pressurizada 55, a tubulação de ar comprimido 56 e a tubulação de energia elétrica 57, dentro das canaletas subterrâneas que contornam o Lavador. Alem disso é possível ver o canal de sedimento 22, o separador água/óleo 23 e o piso de concreto armado 21 do lavador.

FUNCIONAMENTO DAS TORRES MÓVEIS ATUANDO NO LAVADOR DE VEÍCULOS FORA DE ESTRADA

O funcionamento das Torres moveis de limpeza, do Lavador de maquinas, inicia-se com o posicionamento das torres moveis 1,2,3 e 4 nas suas posições de origem, quando os seus respectivos enroladores de mangueira 12, 9, 10 e 11, estão com suas mangueiras totalmente recolhidas. Posiciona-se então o caminhão fora de estrada 5 nos limites laterais direito, esquerdo e frontais dianteiro e traseiro, que devem se encontrar marcados no piso de concreto 21. Para este caminhão as Torres móveis 1, 2, 3 e 4 percorrerão a guia central de condução 24. Primeiramente energiza-se o sistema de água pressurizada 55, que circunda o piso do Lavador, para iniciar o processo de lavagem do caminhão 5. Ao ligar o sistema de água pressurizada, automaticamente os sistemas propulsores, comandados pelos motores elétricos 47 das Torres móveis 1, 2, 3 e 4, são ligados através do sistema de energia elétrica dos cabos elétricos 57.

Quando as Torres móveis 1, 2, 3 e 4 chegam ao final do percurso de ida, o sistema de água pressurizada 6 é fechado através de uma válvula solenoide principal, e os sistemas propulsores 47 são desligados. Ao se fechar o sistema de água pressurizada 55, liga-se automaticamente o sistema de ar comprimido 56, também disposto em forma de anel hidráulico ao redor do Lavador, que por sua vez irá acionar somente a bomba pneumática 31, para aspergir desengraxante sobre o caminhão 5. Então o sistema propulsor da Torres 1, 2, 3, e 4 será novamente ligado com a rotação inversa, para que as torres móveis façam o caminho de volta para a sua posição de origem. Quando este percurso é terminado, uma outra válvula solenoide irá cortar o suprimento de ar comprimido da bomba pneumática 31, bem como irá cortar também o fornecimento de energia elétrica para os sistemas propulsores dos motores elétricos 47, fazendo com que as Torres moveis 1, 2, 3 e 4 estacionem novamente pela segunda vez. Um timer, que poderá ser regulado de acordo com a necessidade de tempo, para que o desengraxante possa atuar de forma mais eficaz, contará no mínimo 5 minutos para reiniciar a segunda etapa da lavagem, que é a abertura da válvula solenoide principal do sistema de água pressurizada e a ligação dos motores elétricos do sistema de propulsão das Torres móveis 1, 2, 3 e 4. O sistema de ar comprimido 57 é mantido cortado durante esta segunda etapa de aspersão de água de lavagem, para que sejam removidos os óleos e graxas que o desengraxante “amoleceu”.

A opção de se efetuar a aspersão de xampu sobre o caminhão dever ser do operador do Lavador, uma vez que é ele quem identifica o grau de limpeza necessário para cada equipamento. Ou mesmo se é necessário outra passada de água industrial e desengraxante, com a caçamba do caminho fora de estrada 5 levantada. As etapas descritas acima são repetidas de acordo com a necessidade

Os reservatórios de desengraxante 37 e xampu 36, que são acondicionados no interior das Torres móveis, não devem ser mantidos com níveis abaixo de 50% das suas capacidades, uma vez que eles funcionam também como lastros destas estruturas, dando a elas o equilíbrio necessário quando em movimento. A capacidade de cada reservatório de desengraxante e xampu são de 1.000,00 litros. Estes reservatórios são bombonas plásticas, reforçadas com armação de tubos finos de aço, facilmente encontrados no mercado.

Quando as Torres móveis estão aspergindo água pressurizada, grande quantidade de barro e pequenas pedras são desagregadas dos veiculo em processo de limpeza. O barro acumulado no piso de concreto armado 21 do lavador pode vir a obstruir o caminhamento das torres moveis em sua trajetória. Para evitar esta obstrução, bicos limpadores 38, estão

localizados à frente das quatro rodas 35 e do caminho de rolamento 24, aspergindo água sob media pressão suprida pelo sistema de água pressurizada 6, tanto no caminho de ida quanto de volta das torres moveis 1, 2, 3 e 4.

Caso a pista do piso de concreto armado 21 fique muito suja após a limpeza do caminhão 5, o operador do lavador pode operar as quatro Torres móveis para aspergir somente água, sem a presença de um equipamento, e desta forma limpar o excesso de barro da área.

Para se lavar um equipamento diferente do caminhão fora de estrada de 400 toneladas 5, por exemplo um trator de esteira D11, deve-se trocar o caminho de rolamento 24, que as torres moveis 1, 2, 3 e 4 fizeram para lavar o respectivo caminhão. O operador do lavador deve sair da cabine de comando abrigada, colocando todos os sistemas de utilidade em *stand by*, e operar cada uma das quatro Torres moveis para o caminho de rolamento 26, que é o estabelecido para o trator de esteiras D11.

Para esta operação na Torre móvel 1, por exemplo, o operador do lavador deve primeiro liberar a tração das mangueiras do enrolador de mangueiras 12. Em seguida ele deve reposicionar o enrolador de mangueiras 12 sobre a guia dupla 20, correndo-o sobre essa ultima, e fixá-lo na posição do caminho de rolamento 26. Esta movimentação é permitida pelo enrolador de mangueiras secundário 16, que é fixo, mas permite tal movimentação. Depois o operador do Lavador deve içar manualmente as duas cunhas centrais 49 da torre móvel 1, articulados pelos braços 52, fixando-as fora da guia central momentaneamente, e manobrar através do volante central 65, que gira as rodas de aço 35, para a direita e para a esquerda. Após o giro destas duas rodas 35, para a direita ou para a esquerda, o operador do lavador liga, através de controle remoto, o sistema de tração da torre móvel para frente e para trás, até obter o alinhamento correto dos batentes centrais 49 com guias do caminho de rolamento 26 desejado. Alinhada a torre móvel 1, o operador deve destravar as duas cunhas centrais 49 e assenta-las dentro da guia central 26.

O mesmo procedimento deve ser repetido para as três demais Torres móveis. O operador do Lavador muda de Guia central de rolamento, através de movimentos curtos para frente e para trás aplicados na Torre móvel, semelhantemente ao que se faz para se estacionar um veiculo de passeio em uma vaga lateral.

DADOS TÉCNICOS DAS TORRES MÓVEIS

Velocidade de deslocamento e tempo total estimado de operação.

A velocidade máxima de deslocamento considerada para as torres móveis é de 10,00 (dez) metros por minuto. Portanto os enroladores de mangueiras 9, 10, 11 e 12 trabalharão com esta mesma velocidade, tanto na ida (distensão das mangueiras), quanto na volta (recolhimento das mangueiras). Os enroladores de mangueiras 9, 10, 11 e 12 e os enroladores de mangueiras auxiliares 13, 14, 15 e 16, podem ser encontrados à venda no mercado especializado. Esta velocidade de deslocamento poderá ser alterada para atender às necessidades de limpeza mais rigorosa. Em qualquer caso, as velocidades das Torres móveis devem estar sincronizadas com as dos enroladores de mangueiras, tanto na distensão quanto no recolhimento destas ultimas.

O tempo teórico previsto de uma operação completa de limpeza do maior equipamento usado na mineração, um caminhão de 400 toneladas, é de 17,83 minutos. Entende-se como operação completa de limpeza a aspersão de água industrial três vezes, uma aspersão de desengraxante e uma de xampu e o tempo de espera de cinco minutos, contado duas vezes, para atuação dos produtos químicos.

Consumo de água, desengraxante e xampu.

A vazão de água pressurizada, por torre, será de 250 litros por minuto. A vazão de desengraxante, que é a mesma do xampu, diluídos em água, na proporção 1:10, será de 25 litros por minuto. Uma operação de limpeza, de um caminhão fora de estrada de 400 tonelada, com três aspersões de água, uma de desengraxante e uma de xampu, consumirá um total de 3.750,00 (três mil e setecentos e cinquenta) litros de água, 12,5 (doze e meio) litros de desengraxante e 12,5 (doze e meio) litros de xampu.

Estas quantidades de insumo, se comparadas às quantidades consumidas nos lavadores atuais, é significativamente menor. Temos conhecimento de Lavadores que consomem mais de 10.000,00 (dez mil) litros de água em operação semelhante.

Principais características físicas de uma Torre móvel

Peso Seco.....1.600,00 kg
Peso carregada com as utilidades.....4.000,00 kg
Dimensão em planta.....2,10 x 2,10 metros
Máxima altura.....8,15 metros

Principais características funcionais de uma Torre móvel
Velocidade de deslocamento .....10,00 metros/minuto
Diâmetro das mangueiras do lavador.....4” (100 milímetros)
Vazão de água industrial por torre.....250,00 litros/minuto
Pressão da água industrial.....7,00 kg /cm²
Pressão do ar comprimido.....7,00 kg /cm²
Tempo médio para limpeza de um caminhão de 400 toneladas com três passadas de água, uma de desengraxante e uma com xampu.....17,83 minutos
Consumo total de água para limpeza de um 797 com três passadas pela torre.....3.750,00 litros
Tempo de percurso do maior caminho de uma Torre móvel.....1,5 minutos
Tempo de atuação para desengraxante.....5 minutos
Tempo de atuação para xampu..... 5 minutos
Potência do motor elétrico de deslocamento por Torre móvel.....2,5 cv

CUSTO ESTIMADO DAS TORRES MÓVEIS

A seguir apresentamos uma estimava de custo para quatro Torres moveis e seus enroladores de mangueiras. Acreditamos que se pode reduzir ainda mais o custo de fabricação destes equipamentos, quando de uma produção seriada e com um projeto detalhado otimizado. O preço dos enroladores de mangueira, por exemplo, está representando 73,18% do custo total de uma Torre móvel completa. É possível aperfeiçoar o projeto destes enroladores para diminuir em 40% do custo atual.

Não cotamos o item relacionado a projetos por considerarmos que eles estarão embutidos no custo da Patente, que se encontra com o pedido em andamento.

Entretanto, mesmo com os custos apresentados aqui, este sistema é extremamente competitivo com a tecnologia robótica. Os custos com as passarelas elevadas, em aço, são de 4 a 5 vezes mais caros que as Torres móveis, dentro de parâmetros de projetos conhecidos.

CUSTO ESTIMADO PARA QUATRO TORRES MÓVEIS
DATA BASE ABRIL DE 2012

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QTD	UNIT. R$	TOTAL R$
1	Engenharia Básica	Unid	1,00	0,00	0,00
2	Engenharia Detalhada	Unid	1,00	0,00	0,00
3	Estrutura metálica montada e componentes mecânicos e de automação / controle, da torre móvel	Unid	4,00	30.000,00	120.000,00
4	Enrolador de mangueira, com sistema mecânico, elétrico, hidráulico e automação, da Stemmann	Unid	4,00	77.676,00	310.704,00
5	Enrolador de mangueira auxiliar, com sistema mecânico, elétrico, hidráulico e automação da Stemmann	Unid	4,00	68.272,00	273.088,00
6	Mangueira de borracha reforçada diâmetro 100 mm	m	240,00	100,00	24.000,00
7	Cabine de Comando montada, com todos os componentes eletromecânicos e de automação.	Unid	1,00	50.000,00	50.000,00
8	Sistema de controle por "joystick" para movimentação das torres	Unid	4,00	5.000,00	20.000,00
TOTAL					**797.792,00**

CONCLUSÕES

O que se pretende obter com este novo equipamento é a automatização das tarefas corriqueiras de lançar água pressurizada, desengraxante e xampu, sobre os veículos, com um máximo de segurança, maior economia e mais eficiência. Deixando o operador somente para as tarefas de avaliação da sujidade e controles das Torres moveis, dentro de uma cabine, ao abrigo das intempéries e de produtos químicos tóxicos.
Outro diferencial deste conjunto de equipamento que compõem as Torres móveis de limpeza, sobre o que se utiliza atualmente, é conferir mobilidade efetiva para lavar, sobre um mesmo piso, e com a mesma eficiência, veículos fora de estrada de diferentes finalidades e portes.

Uma das principais vantagens que este equipamento apresenta, relacionada à diminuição real de custos, é a redução drástica do atual tempo médio de lavagem de um caminhão fora de estrada de 400 toneladas, que hoje consome em media 4,5 horas, passará a ser não mais que 20 minutos, com igual ou melhor qualidade. Isto reduz drasticamente o tempo médio de espera atual destes veículos para entrada nas oficinas de manutenção.

Outra vantagem se relaciona à facilidade de implantação destas Torres moveis em Lavadores existentes, a custos relativamente baixos, pois se trata basicamente de adaptar os seus pisos às necessidades de movimentação daquelas. Adequar o sistema de água pressurizada, eletricidade e ar comprimido, já existente em todos lavadores atuais, às novas necessidades.

Diante desta inovação para limpeza de caminhões fora de estrada, recomendamos uma postura de segurança, de analise experimental e cientifica para certificação da validade do modelo sugerido. Representa um conceito novo que precisa ser instalado, testado e ajustado para fornecer o melhor das suas possibilidades.

Esperamos com este trabalho, que vem sendo elaborado ao logo de três anos, como fruto de 15 anos de experiência, despertar o interesse de parceiros que se interessem em investir nesta técnica em seus Lavadores. E desta forma contribuir para tornar o trabalho em Lavadores de veículos fora de estrada mais rápidos, mais seguros e mais econômicos. Em ultima instancia, o uso da Torre móvel é uma forma eficiente de transformar os recursos gastos em demoradas e pouco eficientes operações de limpeza, em rápidas e seguras operações de limpeza, onde fica assegurado a saúde e a segurança do operador do lavador de maquinas.

BIBLIOGRAFIA.

http://www.vale.com
http://techposto.com.br/novo/index.php
http://lavarodas.com/